

# semi-random 자장을 사용하는 적합한 무선전력전송 시스템

Dong Nam Lim, Dong Su Lee, Seong Jeub Jeon  
Dept of electronic engineering Pukyong National University

## Wireless Power Transfer System using Semi-random Magnetic Field

Dong Nam Lim, Dong Su Lee, Seong Jeub Jeon  
Dept of electronic engineering Pukyong National University

### ABSTRACT

In this paper, a feeder system for wireless power transfer is investigated, which generates semi random magnetic field using three currents with different frequencies. A semi random field is very useful to magnetizing a pickup irrespective of its posture

### 1. 서 론

최근 들어 전기기기의 편리성과 안전성을 위하여 무선전력전송시스템이 많이 연구되고 도입되고 있다<sup>[1][6]</sup>. 무선전력전송 시스템은 급전 측에서 집전 측으로 직접 전선을 연결하지 않아도 되는 장점이 있다. 이런 장점으로 인해 가전 기기, 사무용 기기나 전기 자동차 등에 무선으로 전기를 공급하는 시스템이 크게 주목을 받고 있다. 이격 거리는 사용 주파수를 높여서 해결을 하고 있으며 이격 거리가 클 때 발생하는 자기 인덕턴스는 크고 상호 인덕턴스가 적은 문제는 공진을 도입하여 해결하고 있다. 그러나 집전 측 기기의 자세가 집전 성능에 크게 영향을 미치는 문제점을 안고 있다.<sup>[7][12]</sup>. 본 논문에서는 사발 모양의 그릇에 아무렇게나 두어도 충전이 가능하도록 semi random 자속을 발생시키는 급전 시스템을 구축하였다. semi random 자속은 서로 직교하는 세 개의 코일에 주파수가 서로 다른 세 전류를 흘려 만들었다. <sup>[1]</sup>

### 2. 본 론

#### 2.1 semi-random 자속의 발생

제안한 시스템은 그림 1(a)와 같은 외형을 가졌고 회로의 주요부는 그림 1(b)와 같다. 충전 장치는 사발과 같은 그릇 속에 아무렇게나 두어도 된다. 급전부는 semi random 자속을 발생시키기 위하여 서로 직교하는 3개의 코일로 구성되었고 각 코일에는 다음과 같은 세 전류가 흐른다.

$$i_1 = \sqrt{2} I \sin \omega_1 t$$

$$i_2 = \sqrt{2} I \sin \omega_2 t$$

$$i_3 = \sqrt{2} I \sin \omega_3 t$$

직교하고 있는 3개의 코일에 이와 같이 다른 주파수의 전류가 흐르면 공간상 어느 점에서도 자속은 흡사 random하게 변하는 것처럼 보인다. 이런 자속에 의해서는 어떤 자세(posture or orientation)로 놓인 코일이든지 기전력이 발생한다.

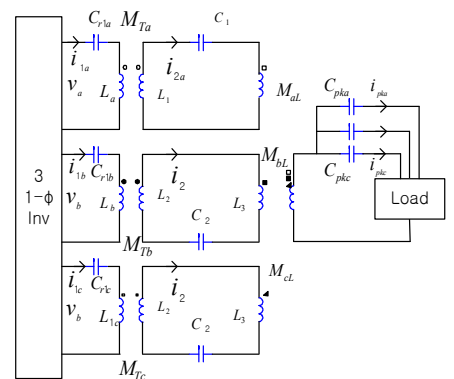


그림 1 semi-random 자속을 활용한 충전 시스템  
Fig. 1 Wireless charger using semi-random magnetic field

인버터의 출력력은 절연변압기를 통하여 feeder에 공급되는데 절연변압기의 1차는 완전보상을 한다. 절연변압기의 2차는 feeder의 인덕턴스까지 포함하여 완전 보상을 한다. 3개의 feeder 코일은 사발 모양의 용기에 spiral 형태로 감고 서로 수직에 가깝게 배치한다.

#### 2.2 pickup에 발생하는 유기 기전력

pickup은 그림 2(b)와 같이 3조의 코일만을 두거나 그림 2(c)와 같이 한 조의 코일을 둘 수 있다. 그림 2(b)를 위해서는 그림 3(a)와 같이 공진회로를 구성하고, 그림 2(c)를 위해서는 그림 3(b)와 같이 공진회로를 구성한다.

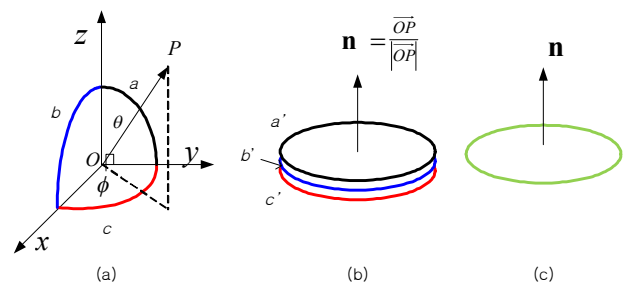
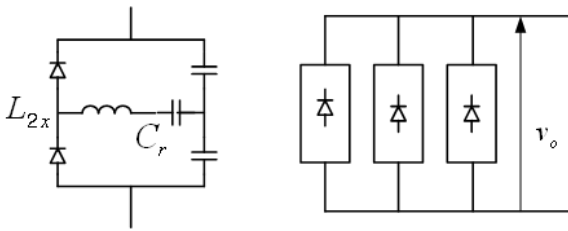
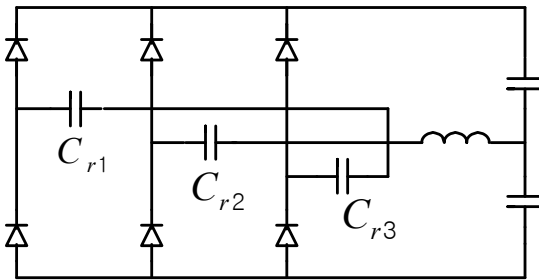


그림 2 feeder와 pickup coil의 구성  
Fig. 2 construction of feeder and pickup



(a)



(b)

그림 3 rectifier의 구성  
Fig. 3 configuration of rectifier

### 2.3 급집전 특성

급집전 특성을 확인하기 위하여 1차 코일에 의해 2차 코일에 발생하는 기전력을 계산하였다. 출력은 그림 3(b)의 회로로 정류하여 얻었다. 세 정류회로가 병렬로 접속되어 발생하는 유기 기전력을 정류하여 최대 전압이 출력으로 얻어진다. 이는 그림 4의 최대치를 추종하는 것과 같다.

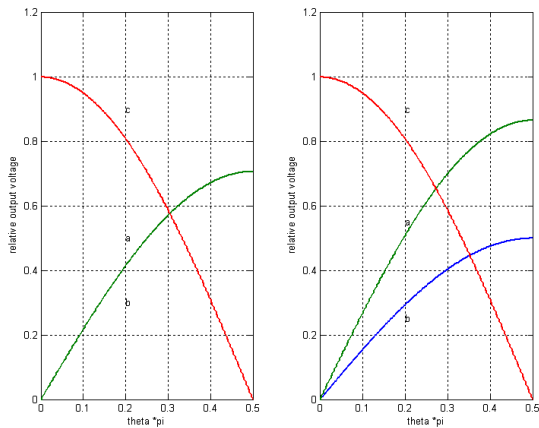


그림 4 상대적 출력 전압: (a)  $\phi = \pi/4$ , (b)  $\phi = \pi/6$   
Fig. 4 Output voltage

### 3. 결 론

본 논문에서는 무선전력전송을 위한 급집전 시스템에서 나타나는 문제점인 자세에 따라 출력이 나타나지 않는 문제점에 대한 대책으로 3조의 급집전 코일을 사용하는 방법을 제시하였다. 이 방법에 따르면 어떠한 자세에서도 출력 전압은 얻어지고 최대 값과 최소 값의 비는 1.7로 주어졌고 이 정도는 출력단에 스위칭 레귤레이터를 설치하여 일정한 전압을 얻을 수 있어 실용적으로 매

우 중요한 결과로 볼 수 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] N.G. Hingorani, "Power Electronics in Electric Utilities : Role of Power Electronics in Future Power System", Proceedings of the IEEE, Vol. 76, No. 4, pp. 481 482, 1988, April.
- [2] Curtis F. Gerald, Applied Numerical Analysis: Second Edition, Addison Wesley Publishing Company, Inc. pp. 1 14, 1978.
- [1] Boys, "Inductive Power Transfer Across an Extended Gap", WO 98/50993, 1998.
- [2] K. Hatanaka, F. Sato, H. Matsuki, S. Kikuchi, J. Murakami, M. Kawase and Satoh, "Power transmission of a desk with a cord free power supply," *IEEE Trans. Magnetics*, vol. 38, no. 5, pp. 3329 3331, 2002.
- [3] A. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, J.D. Joannopoulos, P. Fisher and M. Soljacic, "Wireless Power Transfer via strongly coupled magnetic resonances", *Science*, vol. 317, no. 83, pp.83 86, 2007.
- [4] Y. S. Seo, Z. Hughes, M. Hoang, and D. Isom, "Investigation of wireless power transfer in through wall applications," in *Proc. APMC 2012*, 2012, pp.403 405.
- [5] J. Wang, S.L. Ho, W.N. Fu, and M. Sun, "analytical design of a novel witrlicity charger with lateral and angular misalignments for efficient wireless energy transmission," *IEEE Trans. Magnetics*, vol. 47, no. 10, pp. 2616 2619, 2011.
- [6] J. Shin, S. Shin, Y. Kim, S. Ahn, S. Lee, G. Jung, S. J. Jeon and D. H. Cho, "Design and implementation of shaped magnetic reonance based wireless power transfer system for roadway powered moving electric vehicle," *IEEE Trans. Ind. Electronics*, vol. 61, no. 2, pp.1179 1192, 2014.
- [7] S.G. Lee, H. Haong, Y.H. Choi and F. Bien, "Efficiency improvement for magnetic resonance based wireless power transfer with axial misalignment," *Electronics Letters*, vol. 48, no. 6, pp. 339 340, 2012.
- [8] D. N. Lim, D. S. Lee and S. J. Jeon, "Wireless power transfer system insensitive to pickup's posture," in *Proc. of 43th KIEE Summer Conference*, 2012, pp. 1171 1172.
- [9] O. Jonah, S.V. Georgakopoulos and M.M. Tentzeris, "Orientation insensitive power transfer by magnetic resonance for mobile device", in *Proc. 2013 IEEE Wireless power Transfer Conference*, 2013, pp. 5 8.
- [10] D.H. Freeman and G.A. Freeman, "Wearable device with flexible display," US patent 593764A, 1999.
- [11] J. Kim, D. H. Kim, K. H. Kim, and Y. J. Park, "Free positioning Wireless charging system for hearing aids using a bowl shaped transmitting coil", in *Proc. of IEEE WPTC 2014*, pp. 60 63.